

**Projection exposure objective e.g., for lithography systems, has central obscuration and forms intermediate images between mirrors**

**Publication number:** DE102005056721 (A1)

**Publication date:** 2006-11-09

**Inventor(s):** EPPLER ALEXANDER [DE]; DODOC AURELIAN [DE]

**Applicant(s):** ZEISS CARL SMT AG [DE]

**Classification:**

- international: G02B13/00; G02B17/00; G02B17/08; G02B27/18; G02B13/00; G02B17/00;  
G02B17/08; G02B27/18

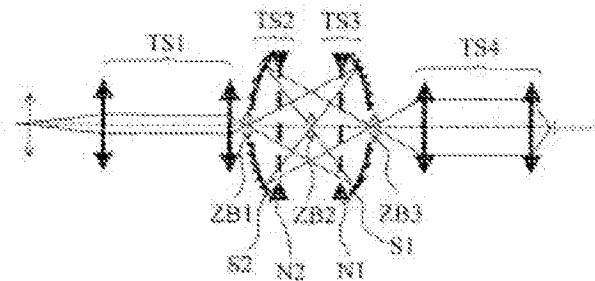
- European: G02B17/08A1

**Application number:** DE200510056721 20051129

**Priority number(s):** DE200510019745 20050428; DE200510056721 20051129

**Abstract of DE 102005056721 (A1)**

A projection objective for imaging an object, has a mirror unit (TS2, TS3; K) which is designed so that within the mirror unit, especially between two opposite facing mirrors (S1, S2), at least one intermediate image (ZB2) is generated. The mirror unit comprises two concave mirrors with their concave surfaces pointing towards one another.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 056 721 A1 2006.11.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 056 721.5

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G02B 13/00 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 29.11.2005

G02B 17/00 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 09.11.2006

G02B 27/18 (2006.01)

G02B 17/08 (2006.01)

(66) Innere Priorität:  
10 2005 019 745.0 28.04.2005

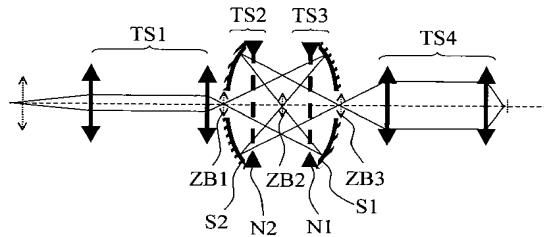
(72) Erfinder:  
Epple, Alexander, Dr., 73431 Aalen, DE; Dodoc,  
Aurelian, Dr., 73447 Oberkochen, DE

(71) Anmelder:  
Carl Zeiss SMT AG, 73447 Oberkochen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Projektionsbelichtungsobjektiv mit zentraler Obskuration und Zwischenbildern zwischen den Spiegeln

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Projektionsobjektiv zur Abbildung eines Objekts, insbesondere zur Abbildung einer Struktur in der Lithographie, bei dem eine Spiegeleinheit (TS1, TS3; K) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass innerhalb der Spiegeleinheit, insbesondere zwischen zwei gegenüberliegenden Spiegeln (S1, S2), mindestens ein Zwischenbild (ZB2) erzeugt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Projektionsobjektiv nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**Stand der Technik**

**[0002]** Projektionsobjektive zur Abbildung von Strukturen sind in Lithographiesystemen seit langerem bekannt. Beispielsweise beschreiben die US 6,600,608 B1 und US 6,757,051 B2 derartige Objektive. In der US 6,600,608 B1 wird ein katadioptrisches obskuriertes System mit zwei Zwischenbildern und zwei Negativlinsen zwischen den Spiegeln gezeigt, wobei die Negativlinsen in etwa denselben freien Durchmesser wie die Hohlspiegel aufweisen. Eine schematische Darstellung eines entsprechenden Objektivs ist in **Fig. 8** gezeigt. Zwischen den beiden katadioptrischen Subkomponenten des Teilsystems TS2 liegt ein im Wesentlichen kollimierter Strahl vor. Vor dem katadioptrischen Teil ist ein verkleinerndes Relaysystem TS1 angeordnet, welches das Retikel in ein Zwischenbild ZB1 am Eintritt des katadioptrischen Systems TS2 abbildet. Dem katadioptrischen Teilsystem TS2 nachfolgend ist eine erneut verkleinernde Hauptfokusgruppe TS3 angeordnet, welche das Zwischenbild ZB2 auf den Wafer abbildet.

**[0003]** Das zweite Teilsystem TS2 beinhaltet zwei Spiegel die zueinander konkav sind. Vor den Spiegeln und in unmittelbarer Nähe können auch refraktive Linsengruppen negativer Brechkraft eingeordnet werden. Zusammen mit den Spiegeln bilden diese die katadioptrischen Gruppen KG1 und KG2, wie in **Fig. 8** dargestellt. Diese dienen hauptsächlich zur Korrektur des Farblängsfehlers und der Bildfeldkrümmung.

**[0004]** Die Zwischenbilder sind so positioniert, dass sie einerseits in der Nähe des Scheitels eines der Spiegel stehen, um die Obskuration klein zu halten, andererseits stehen sie nahezu in den Brennpunkten der danach beziehungsweise davor liegenden katadioptrischen Gruppen KG1 und KG2.

**[0005]** Das Teilsystem TS2 ist quasi symmetrisch aufgebaut mit allen daraus bekannten Vorteilen.

**[0006]** Dieser Objektivtyp eignet sich vor allem zur chromatischen Korrektur, die im Wesentlichen durch die jeweils zweimal in Pupillennähe durchtretenen Negativlinsen der katadioptrischen Gruppe erreicht wird.

**[0007]** Die Petzvalkorrektur dieses Objektivs wird vornehmlich durch die Hohlspiegel und die Negativlinsen des katadioptrischen Teilsystems TS2 bereit gestellt.

**[0008]** Der Nachteil dieser Objektive besteht darin,

dass die Obskuration nur bei großen Aperturen der Zwischenbilder klein gehalten werden kann. Dies bedingt wiederum sehr große, materialintensive Negativlinsen zwischen den Spiegeln.

**[0009]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel der US 6,600,608 B1 (**Abb. 4** der Schrift) wird ein System dargestellt, welches in der Spiegeleinheit TS2 keine Negativlinsen zeigt. Zwischen den beiden Spiegeln befindet sich ein im Wesentlichen kollimierter Strahlengang.

**[0010]** Auch die US 6,169,627 B1 und US 6,631,036 B2 zeigen obskurierte Systeme, bei denen sich zwischen den Spiegeln keine Linsen befinden. Dementsprechend kann mit diesem System nicht achromatisiert werden. Die Petzvalkorrektur wird im Wesentlichen von den kleinen Negativlinsen geleistet, die am Ende des vorderen bzw. zu Beginn des hinteren refraktiven Teils stehen. Die Spiegel selber sind sehr flach und liefern damit relativ wenig Petzvalkorrektur.

**[0011]** Nachteilig ist hierbei, dass für eine akzeptable Obskuration sehr große Spiegeldurchmesser und eine große Baulänge des Objektivs erforderlich sind.

**Aufgabenstellung**

**[0012]** Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Nachteile aus dem Stand der Technik zu vermeiden und ein Projektionsobjektiv bereit zu stellen, welches eine geringe Obskuration bei kompakter Bauweise des Objektivs ermöglicht.

**[0013]** Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Projektionsobjektiv mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0014]** Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Position des Zwischenbildes gegenüber den Spiegeln der Spiegeleinheit bzw. der katadioptrischen Gruppe so verändert wird, dass bei gleichem Aperturwinkel des Zwischenbildes die Obskuration verringert wird. Nach einer einfachen Abschätzung der Obskuration liegt eine bevorzugte Position des Zwischenbildes  $3R/2$  vom Spiegel entfernt, wobei  $R$  der Krümmungsradius des Spiegels ist. Hierbei entsteht ein zusätzliches Zwischenbild zwischen den Spiegeln. Unter Berücksichtigung einer kompakten Bauweise müssen weiterhin die Spiegel stärker gekrümmt sein.

**[0015]** Nach dem Stand der Technik wird das Zwischenbild vor der Spiegeleinheit durch den ersten, im wesentlichen parabolischen Spiegel kollimiert und durch den zweiten, wiederum parabolischen Spiegel auf das zweite Zwischenbild abgebildet. Um eine ausreichend kleine Obskuration zu erreichen, müssen bei gegebener Größe der Zwischenbilder die

Spiegel groß sein, d.h. die Scheitelkrümmungsradien der Spiegel sind klein und damit der Beitrag zur Petzvalsumme klein.

**[0016]** Positioniert man jedoch ein Zwischenbild zwischen den beiden Spiegeln, so erreicht man eine drastische Erhöhung der Scheitelkrümmungen und damit einen großen Beitrag zur Korrektur der Petzvalsumme. Dies erlaubt den Einsatz von positiven Linsen starker Brechkraft und somit einen kompakten Aufbau des gesamten Objektives.

**[0017]** Insgesamt ergibt sich somit durch die erfundungsgemäße Ausbildung eines Projektionsobjektivs der Vorteil, dass die Obskuration bei gleichzeitiger Vermeidung von weiteren Abbildungsfehlern klein gehalten werden kann.

**[0018]** Vorzugsweise weist die Spiegeleinheit zwei Konkavspiegel auf, die mit ihren Spiegelflächen aufeinander zuwiesen und zentral kreisförmige Öffnungen aufweisen. Die Spiegel können hierbei sphärisch oder asphärisch, insbesondere elliptisch ausgeführt sein. Außerdem können die Spiegel identisch oder unterschiedlich ausgebildet sein.

**[0019]** Vor und/oder hinter der Spiegeleinheit sind vorzugsweise Teilobjektive vorgesehen, die insbesondere rein refraktive Linsengruppen umfassen. Die Spiegeleinheit ist insbesondere so angeordnet, dass die Öffnungen der Spiegel im Bereich des Zwischenbildes, das von dem vor der Spiegeleinheit vorgesehenen Teilobjektiv erzeugt wird oder durch die Spiegeleinheit insbesondere für die Abbildung durch ein nachgeordnetes Teilobjektiv oder zur direkten Abbildung bereit gestellt wird, vorgesehen sind.

**[0020]** Die Spiegeleinheit kann so ausgebildet werden, dass nicht nur ein Zwischenbild in der Spiegeleinheit, also zwischen zwei gegenüber liegenden Spiegeln entsteht, sondern mehrere, insbesondere  $n$  Zwischenbilder bei  $2n$  Reflexionen des Abbildungsstrahls an den Spiegeln, wobei  $n$  eine ganze Zahl ist. Hierbei muss die Brechkraft der Spiegel sukzessive erhöht werden, was günstig für die Korrektur der Bildfeldkrümmung des gesamten Objektivs ist.

**[0021]** Ferner kann die Spiegeleinheit insbesondere durch die Krümmung der Spiegel so gestaltet werden, dass das erste Zwischenbild vor, nach oder in etwa in der Mitte der Spiegeleinheit entsteht. Weiterhin kann die Spiegeleinheit so ausgebildet werden, dass die Zwischenbilder sich in oder um die Mitte der Spiegeleinheit konzentrieren.

**[0022]** Die Spiegeleinheit kann eine reine Spiegeleinheit, also ein katoptrisches Teilsystem sein oder zusätzlich refraktive Elemente, wie negativ brechende Linsen oder Linsengruppen umfassen. Zusätzlich können auch diffraktive Elemente zur Farbkorrektur

vorgesehen sein, wobei die Anordnung auf oder an den Linsen und/oder Spiegeln erfolgt. Darüber hinaus können diffraktive Elemente zur Farbkorrektur auch in den vor oder nach geschalteten Teilobjekten vorgesehen sein.

**[0023]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Projektionsobjektiv axialsymmetrisch, d.h. in Bezug zur Längsachse symmetrisch ausgebildet. In gleicher Weise kann das Objektiv auch bezüglich der Längserstreckung, also längssymmetrisch, insbesondere mit der Spiegeleinheit als Symmetriezentrum ausgebildet sein, wobei hier nicht unbedingt ein exakt identischer Aufbau der vor und nach der Spiegeleinheit angeordneten Teilobjektive gemeint ist, sondern der prinzipielle Aufbau, insbesondere auch mit einer entsprechenden Symmetrie der Spiegeleinheit selbst.

**[0024]** Aus den verschiedenen Randbedingungen lassen sich somit den Anforderungen angepasste Projektionsobjektive herstellen, wobei folgende Regeln zu berücksichtigen sind:

- Um die Obskuration klein zu halten, sollte das Zwischenbild am Eintritt der Spiegelgruppe möglichst klein, d.h. dessen numerische Apertur möglichst groß sein.
- Um die Obskuration klein zu halten, sollte die Randstrahlhöhe bei der Reflexion an den Spiegeln möglichst groß sein.
- Um die Obskuration mittig in der Pupille zu halten, sollte die Hauptstrahlhöhe bei den Reflexionen nicht zu groß sein. Ansonsten wandert der in der Pupille der Wellenfront obskurierte Teil aus der Pupillenmitte aus und stört die Abbildungsleistung, insbesondere bei der im Lithographiebereich üblichen Abbildung mit partiell kohärenter Beleuchtung.
- Je näher die Zwischenbilder in der zentralen Spiegeleinheit an den einzelnen Spiegeln liegen, desto kleiner kann die zugehörige Randstrahlhöhe bei der Reflexion am Spiegel sein. Bei gleich bleibender Größe der zentralen Öffnung der Spiegel nimmt dabei aber die Obskuration zu. Um die Obskuration klein zu halten, sollten also Varianten in Betracht gezogen werden, bei denen die Zwischenbilder in der Nähe des Spiegelzentrums zu liegen kommen.
- Die Anzahl der Reflexionen auf den Spiegeln erhöht bei etwa konstanter Spiegelkrümmung den Beitrag der Spiegel zur Korrektur der Petzvalsumme.

#### Ausführungsbeispiel

**[0025]** Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung anhand der beigefügten Zeichnungen deutlich. Die Zeichnungen zeigen hierbei in

[0026] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Projektionsobjektivs;

[0027] **Fig. 2** eine schematische Darstellung eines weiteren erfindungsgemäßen Projektionsobjektivs;

[0028] **Fig. 3** eine schematische Darstellung der Obskuration;

[0029] **Fig. 4** eine schematische Darstellung einer Spiegeleinheit;

[0030] **Fig. 5** eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Projektionsobjektivs mit der Spiegeleinheit aus **Fig. 4**;

[0031] **Fig. 6** eine schematische Darstellung einer weiteren Spiegeleinheit;

[0032] **Fig. 7** eine schematische Darstellung einer weiteren Spiegeleinheit; und in

[0033] **Fig. 8** eine schematische Darstellung eines Projektionsobjektivs nach dem Stand der Technik.

[0034] **Fig. 1** zeigt ein erfindungsgemäßes Projektionsobjektiv bestehend aus einem ersten Teilsystem TS1, einer Spiegeleinheit mit den Teilsystemen TS2 und TS3 sowie einem vierten Teilsystem TS4. In der Ebene des zweiten Spiegels S2 entsteht in dessen zentraler Öffnung ein erstes Zwischenbild ZB1. Dieses wird durch die beiden gegenüberliegenden Hohlspiegel S1 und S2 zweimal reflektiert und in der Ebene des ersten Spiegels S1 in dessen zentraler Öffnung als drittes Zwischenbild ZB3 abgebildet. Zwischen den Spiegeln S1, S2 entsteht das zweite Zwischenbild ZB2, welches das einzige Zwischenbild in der Spiegeleinheit ist. Jeweils vor der reflektierenden Oberfläche der Spiegel S1 und S2 können Negativlinsen N1 und N2 angeordnet werden, um die katadioptrischen Teilsysteme TS2 und TS3 zu bilden.

[0035] Ein der Ausführungsform der **Fig. 1** ähnliches Projektionsobjektiv ist auch in **Fig. 2** dargestellt, wobei die Spiegeleinheit hier als rein katoptrisches System K ohne Negativlinsen ausgebildet ist. Zur Verdeutlichung, dass die Teilsysteme TS1 und TS4 rein refraktive Systeme sind, sind sie mit R1 und R2 bezeichnet. Die numerische Apertur des gezeigten Systems beträgt 1.10 bei einem Abbildungsmaßstab von 0.25. Die numerischen Aperturen in den Zwischenbildern betragen etwa 0.6, 0.96 und 0.6. Damit hat R1 und R2 jeweils in etwa einen Abbildungsmaßstab -0.5, während die Spiegeleinheit K einen Abbildungsmaßstab von nahe 1:1 aufweist.

[0036] Sind die Öffnungen der beiden Spiegel zentral kreisförmig, so resultiert die in **Fig. 3** schematisch dargestellte Obskuration, wobei in Teilbild a) die Obskuration der Feldmitte und in Teilbild b) die des me-

ridionalen Feldrandes dargestellt sind. Sie beträgt hier am Feldrand sagittal 15%, meridional etwa 20–25% (linear in der Eintrittspupille). Die längliche Form der Obskuration der Pupille ergibt sich aus der Tatsache, dass der Hauptstrahl des Feldrandes den ersten und zweiten Spiegel S1, S2 jeweils nicht auf der optischen Achse schneidet. Da zwischen der Reflexion an S1 und S2 jedoch ein Zwischenbild liegt, wird einmal ein nach oben und dann ein nach unten dezentrierter, in guter Näherung kreisförmiger Bereich ausgeschnitten.

[0037] Die Obskuration kommt offensichtlich daher, dass die beiden Spiegel in den jeweiligen Spiegelscheiteln eine zentrale Öffnung aufweisen. Die Reflexionen auf den Spiegeln sind somit im Wesentlichen pupillennah, die zentrale Öffnung ist im Wesentlichen feldnah. Die Pupille des Gesamtsystems weist eine Obskuration auf, das ins Bildfeld abgebildete Objektfeld ist vollständig.

[0038] Die **Fig. 4** zeigt eine Spiegeleinheit mit vier Reflexionen und zwei Zwischenbildern, wobei das Teilbild a) das volle Feld, das Teilbild b) nur die Randstrahlen (zur Verdeutlichung der Footprintgrößen auf den Spiegeln) und das Teilbild c) Rand- und Hauptstrahlen (zur Verdeutlichung der Pupillenlagen) zeigt. Es handelt sich hierbei demnach um ein pupillenobskuriertes System mit vier Reflexionen auf zwei sich zugewandten Hohlspiegeln. Zwischen den Spiegeln befinden sich zwei Randstrahlschnittpunkte mit der optischen Achse, d.h. zwei Zwischenbilder. Die Lage der Zwischenbilder ist bei etwa 1/3 und 2/3 des Spiegelabstandes relativ symmetrisch zur Mitte der Spiegeleinheit. Insgesamt weist das Design (mindestens) vier Zwischenbilder ZB1 bis ZB4 auf, wie eine Darstellung eines Projektionsobjektivs mit der Spiegeleinheit aus **Fig. 4** in **Fig. 5** zeigt. Die Blende der Spiegeleinheit K wurde so gelegt, dass die Hauptstrahlen an den Reflexionspunkten insgesamt eine minimale Hauptstrahlhöhe haben, um die Obskurationen in der Wellenfront möglichst in der Mitte der Pupille zu halten. Somit erhält man ein Teilsystem K mit hoher Symmetrie, welches dadurch im Wesentlichen frei von Koma ist. Die Asphären auf den Spiegeln unterstützen die Korrektur der sphärischen Aberration.

[0039] Denkbar sind demnach weitere Ausführungsbeispiele bei denen etwa sechs Reflexionen mit drei Zwischenbildern zwischen den Spiegeln auftreten können. Dies ist entsprechend der **Fig. 4** in der **Fig. 6** dargestellt.

[0040] Dieses Prinzip kann allgemein ausgebaut werden zu einem obskurierten Zweispiegeldesign mit  $2n$  Reflexionen und  $n$  Zwischenbildern zwischen den Spiegeln, wobei zu erwarten ist, dass sich die Zwischenbilder etwa äquidistant entlang der optischen Achse anordnen.

**[0041]** Bei den bisher dargestellten Spiegeleinheiten entsteht das erste Zwischenbild in der Spiegeleinheit (z.B. ZB2 in **Fig. 5**) vor dem Mittelpunkt der Spiegeleinheit. Eine weitere Möglichkeit ist nun, das erste Zwischenbild in der Spiegeleinheit hinter dem Mittelpunkt der Spiegeleinheit entstehen zu lassen. Somit kommt man zu einer weiteren Klasse von mehrfach reflektierenden obskurierten Systemen. In **Fig. 7** ist die Spiegeleinheit für den Fall einer Vierfachreflexion mit drei Zwischenbildern dargestellt. Die Zwischenbilder verteilen sich hier nicht gleichmäßig entlang der optischen Achse, sondern häufen sich in der Nähe des Zentrums der Spiegeleinheit. Hier gilt es zu beachten, dass die erste Reflexion die numerische Apertur erhöht, d.h. um sich überschneidende Spiegel zu vermeiden, muss man mit einer verminderten numerischen Apertur in dieses System eintreten. Dies wirkt sich aber absehbar nachteilig auf die Obskuration eines Gesamtsystems aus, da die numerische Apertur am Eintritt der Spiegeleinheit über die Konstanz des Lichtleitwerts ein größeres Objekt vor der Spiegelgruppe bedingt und somit indirekt zu einer größeren Obskuration führt.

### Patentansprüche

1. Projektionsobjektiv zur Abbildung eines Objekts, insbesondere zur Abbildung einer Struktur in der Lithographie, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass innerhalb der Spiegeleinheit, insbesondere zwischen zwei gegenüberliegenden Spiegeln (S1,S2), mindestens ein Zwischenbild (ZB2) erzeugt wird.

2. Projektionsobjektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) zwei mit ihren konkaven Flächen aufeinander zuweisende Hohlspiegel (S1,S2) umfasst.

3. Projektionsobjektiv nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass objektseitig vor und/oder bildseitig nach der Spiegeleinheit Teilobjektive (TS1,TS4;R1,R2) vorgesehen sind, die vorzugsweise rein refraktive Linsengruppen umfassen.

4. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Konkavspiegel (S1,S2) der Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) in der Nähe der Ebenen angeordnet sind, in der durch ein objektseitig vor der Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) angeordnetes Teilstück (TS1,R1) ein Zwischenbild (ZB1) oder durch die Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) ein Bild oder Zwischenbild (ZB3) erzeugt werden.

5. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmung oder der Radius (R) der Spiegel (S1,S2) der Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) so gewählt

ist, dass n Zwischenbilder durch  $2n$  Reflexionen an den Spiegeln zwischen den Spiegeln erzeugt werden, wobei  $n$  eine ganze Zahl  $\geq 1$ , insbesondere 1, 2 oder 3 ist.

6. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel (S1,S2) elliptisch oder sphärisch sind.

7. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel (S1,S2) zentrale Öffnungen aufweisen.

8. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) katoptrisch oder katioptisch ist, insbesondere Negativlinsen oder negativ brechenden Linsengruppen (N1,N2), insbesondere zwei zwischen den Spiegeln (S1,S2), vorzugsweise in der Nähe der Spiegel aufweist.

9. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) so ausgeführt ist, dass das oder die Zwischenbilder in der Spiegeleinheit in der Nähe der Mitte der Spiegeleinheit entstehen.

10. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) so ausgeführt ist, dass das erste Zwischenbild in der Spiegeleinheit in Abbildungsrichtung vor, hinter oder auf der Mitte der Spiegeleinheit entsteht.

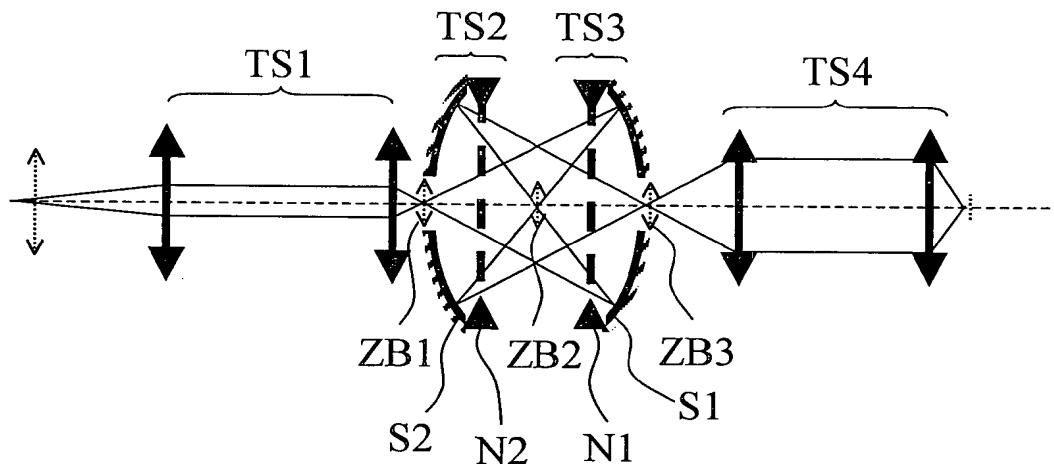
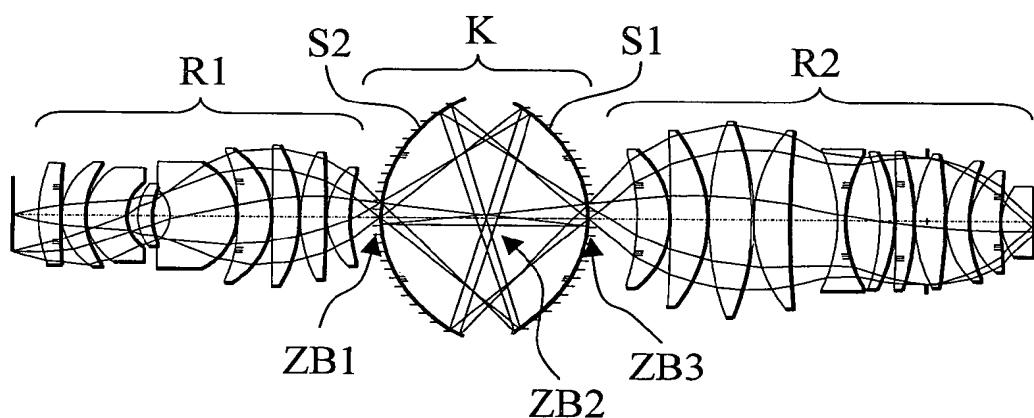
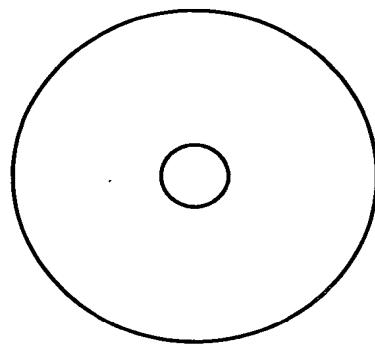
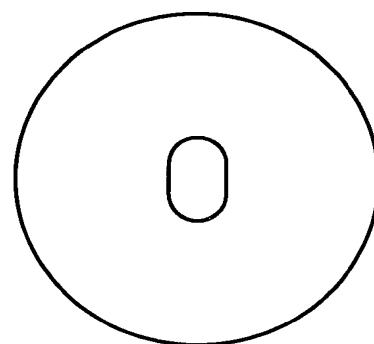
11. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel (S1,S2) eine nahezu gleiche Form aufweisen ausgebildet sind.

12. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Objektiv diffraktive Elemente zur Korrektur von Farbfehlern umfasst, insbesondere im Bereich der Pupillenlage der vor und/oder der Spiegeleinheit (TS2,TS3;K) nach geschalteten Teilstücken (TS1,TS4;R1,R2) und/oder an oder auf den Komponenten der Spiegeleinheit, insbesondere den Linsen und/oder Spiegeln.

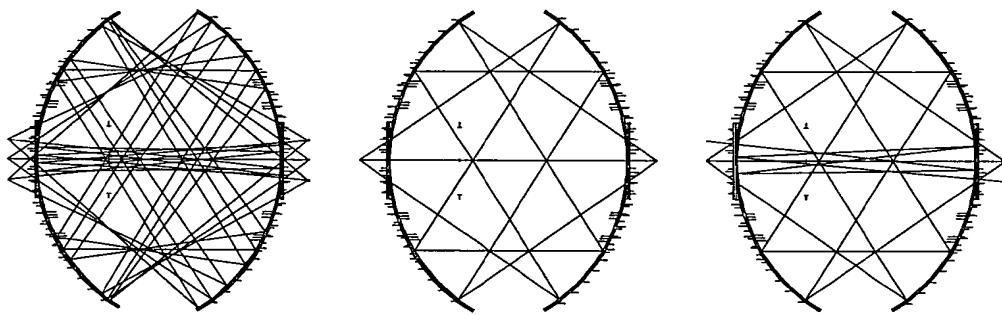
13. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel in der Nähe von Zwischenbildern positioniert sind.

14. Projektionsobjektiv nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenbilder nahezu symmetrisch zur Mitte der Spiegeleinheit liegen.

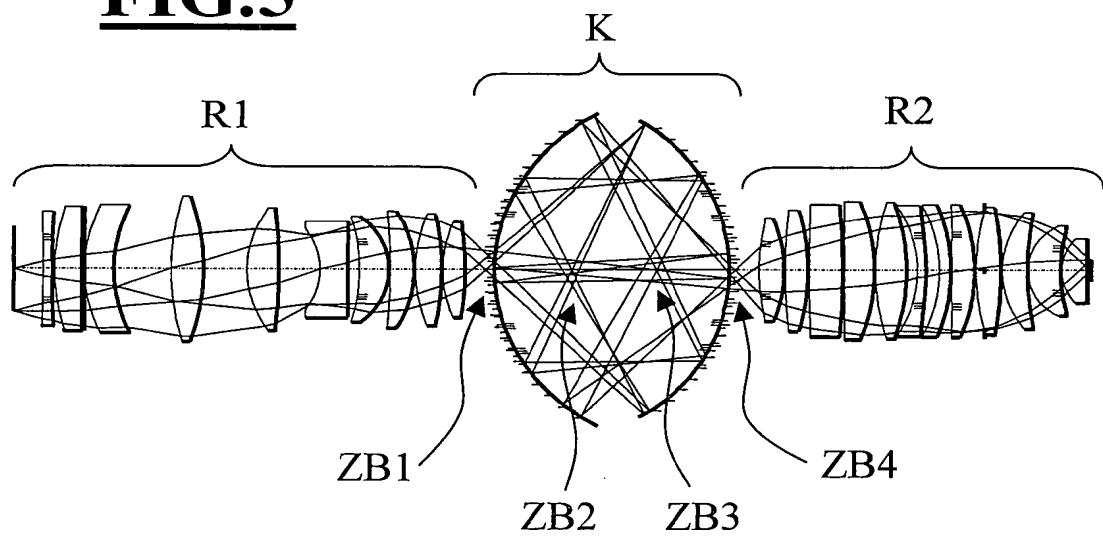
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**FIG.1****FIG.2****FIG.3a****FIG.3b**

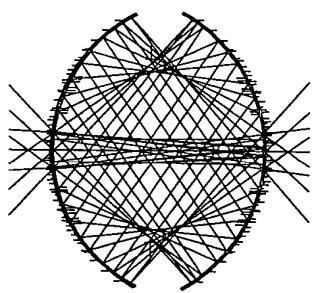
**FIG.4a**    **FIG.4b**    **FIG.4c**



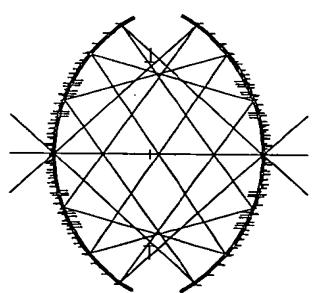
**FIG.5**



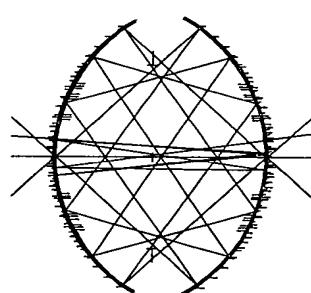
**FIG.6a**



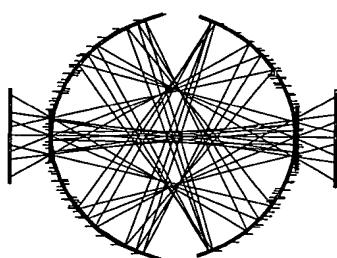
**FIG.6b**



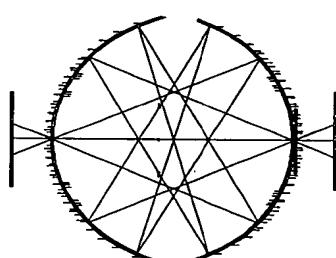
**FIG.6c**



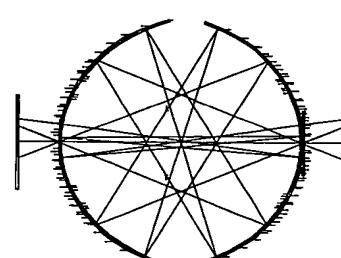
**FIG.7a**



**FIG.7b**



**FIG.7c**



**FIG.8**

( Stand der Technik )

